

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
  - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - FADED TEXT
  - ILLEGIBLE TEXT
  - SKEWED/SLANTED IMAGES
  - COLORED PHOTOS
  - BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- 
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

1/9/1  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

001685053

WPI Acc No: 1977-C1530Y/\*197711\*

Cardiac pacemaker testing instrument - with quartz oscillator reference  
for pacemaker signal frequency in comparator circuit

Patent Assignee: INFORM ELEKTROMED (INFO-N)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 2539592	A	19770310				197711 B

Priority Applications (No Type Date): DE 2539592 A 19750905; DE 2606992 A  
19760220

Abstract (Basic): DE 2539592 A

The cardiac pacemaker testing instrument has the cycle of the  
pacemaker signal preset frequency compared in a comparator circuit to  
one of predetermined reference duration from a quartz oscillator. An  
alarm signal is generated on indicator when a deviation beyond a  
certain tolerance occurs.

The pacemaker signal input is inductive or galvanic and the signal  
is transformed into a test impulse in a pulse shaper circuit. The  
reference duration is given by a digital counter coupled to the quartz  
oscillator with the counter reset by the test impulse. The instrument  
permits precise monitoring of the pacemaker over a long period of time.

Title Terms: CARDIAC; PACEMAKER; TEST; INSTRUMENT; QUARTZ; OSCILLATOR;  
REFERENCE; PACEMAKER; SIGNAL; FREQUENCY; COMPARATOR; CIRCUIT

Derwent Class: P34; S05

International Patent Class (Additional): A61N-001/36

File Segment: EPI; EngPI

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

51

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

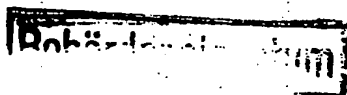
DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl. 2:

A N 1/36

DT 25 39 592 A 1



11

# Offenlegungsschrift 25 39 592

21

Aktenzeichen: P 25 39 592.0

22

Anmeldetag: 5. 9. 75

43

Offenlegungstag: 10. 3. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung: Herzschrittmacher-Prüfgerät

71

Anmelder: Inform elektromedizinische Geräte GmbH, 8000 München

72

Erfinder: Stemple, Günter, 8031 Gröbenzell

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-OS 22 16 043

DT-OS 23 09 173

DT-OS 23 13 018

DT-OS 23 22 836

US 38 33 005

GB-Z: Med. & biol. Engng. Vol. 10, 1972, S. 403

- 408

DT 25 39 592 A 1

**2539592**

**Inform elektromedizinische Geräte GmbH  
8000 München 2, Bavariaring 4**

**Herzschrittlemacher-Prüfgerät**

**Die Erfindung bezieht sich auf ein Herzschrittlemacher-  
Prüfgerät.**

Mit zunehmender Anwendung von Herzschrittlemachern ergibt sich die Notwendigkeit, es den Patienten zu ermöglichen, ihren Schrittmacher selbst zu überprüfen, um so einerseits den Patienten den Aufwand und die Belastung ansonsten häufig notwendiger Klinikbesuche zur Überprüfung der Schrittmacher zu ersparen und ihnen trotzdem Sicherheit zu geben, daß ihre Schrittmacher richtig arbeiten, und um andererseits die Kliniken von solchen Routineprüfungen zu entlasten. Bei einem bekannten Schrittmacher-Prüfgerät wird zu diesem Zweck die Frequenz des Schrittmachers überwacht, deren Abweichung von einer Sollfrequenz eine Anzeige dafür darstellt, daß die Spannung der im

Schrittmacher eingebauten Batterie abfällt. Bei diesem bekannten Schrittmacher-Prüfgerät ist jedoch die Genauigkeit der Frequenzüberprüfung insbesondere über einen langen Zeitraum hinweg unzureichend, was wegen der steigenden Lebensdauer von Schrittmachern einen Nachteil bildet.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Herzschrittmacher-Prüfgerät zu schaffen, das eine insbesondere auch über eine lange Zeit genaue Überprüfung des Schrittmachers erlaubt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Periodendauer der Sollfrequenz eines Schrittmachersignals in einer Vergleichsschaltung mit einer von einem Quarzoszillator abgeleiteten vorbestimmten Bezugsdauer verglichen wird und bei ihrer Abweichung um einen vorbestimmten Toleranzwert ein Alarmsignal für eine Anzeige erzeugt wird.

Bei dem erfindungsgemäß aufgebauten Prüfgerät wird die Sollfrequenz des Schrittmachersignals dadurch überwacht, daß ein Zeitvergleich zwischen der Periodendauer des Schrittmachersignals und der vorbestimmten Bezugsdauer vorgenommen wird, wobei die vorbestimmte Bezugsdauer die sehr hohe Genauigkeit der Quarzoszillatorfrequenz besitzt, welche auch über lange Zeiträume hinweg konstant bleibt. Es ist auf diese Weise möglich, dem Prüfgerät innewohnende Meßfehler ohne großen Aufwand über Jahre hinaus auf viel weniger als 0,1 % zu halten. Damit ergibt sich eine sichere Grundlage dafür, die Schrittmacher-Sollfrequenz mit außerordentlich hoher Genauigkeit zu

709810/0643

überprüfen, was insbesondere deshalb sehr vorteilhaft ist, weil schon sehr kleine Sollfrequenz-Abweichungen über die Toleranzgrenze hinaus erfaßt werden können, die durch einen nur geringen Batteriespannungsabfall erzeugt werden. Da die Spannung einer Batterie gewöhnlich gegen das Ende ihrer Lebensdauer hin zunächst langsam, dann jedoch mit ständig steigender Geschwindigkeit abfällt, ergibt das Erfassen schon der kleinen Änderungen während des langsamen Abfalls einen beruhigend wirkenden Sicherheitsabstand bis zu einer schwerwiegenden Beeinträchtigung der Schrittmacherfunktion.

Vorteilhafterweise wird je nach Bauart des Schrittmachers das Schrittmachersignal induktiv oder galvanisch aufgenommen und das aufgenommene Schrittmachersignal in einer Impulsformerschaltung in einen Prüfimpuls umgesetzt, so daß eine weitere Signalverarbeitung im Prüfgerät unter definierten Verhältnissen vorgenommen werden kann.

In Weiterbildung der Erfindung wird die Bezugsdauer durch den Zählstand eines an den Quarzoszillator angeschlossenen Digital-Zählers bestimmt, der durch den Prüfimpuls rückgesetzt wird. Mittels des Zählers wird dabei die Zeit von der Beendigung des Prüfimpulses ab mit voller Quarzgenauigkeit gezählt, wobei das kleinste theoretische Zeitinkrement die Periodendauer der Quarzfrequenz ist. Zur Schaffung eines definierten Schaltzustands für den Vergleich dient vorzugsweise ein Bezugsflipflop, das alternativ entweder bei Ablauf der Bezugsdauer über ein UND-Glied mit einer Mehrzahl von Eingängen gesetzt wird, welche



zur Bezugsdauereinstellung wahlweise an verschiedene Ausgänge des Zählers schaltbar sind, oder das bei Ablauf der Bezugsdauer über einen Vielfachkomparator gesetzt wird, dessen Eingänge für die erste binäre Zahl mit jeweiligen Ausgängen des Zählers verbunden sind und dessen Eingänge für die zweite binäre Zahl zur Bezugsdauereinstellung wahlweise auf den logischen Pegel "1" schaltbar sind, und das in beiden Fällen in Abhängigkeit von dem Prüfimpuls rückgesetzt wird. Auf diese Weise entstehen durch das Abzählen exakter Zeiteinheiten in dem Zähler und das gezielte Auswählen eines sich daraus ergebenden Zählstandes in dem Zähler nach Ablauf der auf diese Weise eingestellten Bezugsdauer an dem Bezugsflipflop definierte Schaltzustände, die zur weiteren Informationsverarbeitung herangezogen werden können. Durch eine entsprechende Anzahl schaltbarer Binärstellen kann dabei eine nahezu beliebig hohe Einstellgenauigkeit erzielt werden, wobei sich beispielsweise durch Anbringen von Einstellmöglichkeiten an 13 Binärstellen, von denen 12 BCD-codierte Binärstellen sind, eine Einstellgenauigkeit von  $3 \frac{1}{2}$  Dezimalstellen ergibt.

Durch das Rücksetzen in Abhängigkeit von dem Prüfimpuls wird das Bezugsflipflop für einen nächsten Vergleichsvorgang vorbereitet. Vorzugsweise erfolgt dieses Rücksetzen durch das Rücksetzen eines RS- oder Setz-Rücksetz-Flipflops, das durch den Prüfimpuls gesetzt und nach dem Abfall des Prüfimpulses durch ein vorbestimmtes Zeitsignal aus dem Digitalzähler rückgesetzt wird, so daß der Setzzustand des Bezugsflipflops um eine feste Zeit über den Zeitpunkt des Auftretens des Prüfimpulses hinaus erhalten bleibt. Dabei ist es zum zusätzlichen Bilden

einer Unterscheidungsmöglichkeit vorteilhaft, wenn die Periodendauer des Zeitsignals über eine logische Verknüpfung von dem Setzzustand des Bezugsflipflops bestimmt ist. Für spezielle Anwendungszwecke wird in besonderer Ausgestaltung der Erfindung das Bezugsflipflop auch von einem Zeitsignal rückgesetzt, das in einem vorbestimmten Zeitabstand nach dem Setzen des Bezugsflipflops auftritt, so daß durch den Setzzustand des Bezugsflipflops ein Bezugspotential entsteht, das mit dem Ablauf der eingestellten Bezugsdauer nach einem Prüfimpuls beginnt und für eine vorbestimmte Zeit bestehen bleibt.

Je nach erwünschter Überwachung der Schrittmacher-Sollfrequenz auf Abweichungen in Richtung höherer Frequenzen, in Richtung niedrigerer Frequenzen oder in beide Richtungen wird in Weiterbildung der Erfindung der Rücksetzzustand des Bezugsflipflops zusammen mit dem Prüfimpuls oder aber der Setzzustand des Bezugsflipflops zusammen mit dem Prüfimpuls zur Auslösung des Alarmsignals herangezogen. Anstelle des Prüfimpulses selbst kann der von ihm hervorgerufene Setzzustand des RS-Flipflops herangezogen werden, der bei direkter UND-Verknüpfung mit dem Setzzustand des Bezugsflipflops ein Alarmsignal vorbestimmter Zeitdauer ergibt.

In Weiterbildung der Erfindung sind zur Überprüfung der vom Schrittmacher stimulierten Herzsignale und damit zur indirekten Überprüfung des Schrittmachers und seines Elektroden-systems ein EKG-Verstärker und EKG-Abnahmeelektroden vorgesehen, die vorzugsweise am Gerätegehäuse sitzen. Durch das Erfassen

709810/0643

der Herzsignale über diesen EKG-Verstärker mit Hilfe der EKG-Abnahmeelektroden zugleich mit dem Erfassen der Schrittmachersignale ergibt sich der Vorteil, daß das ordnungsgemäße Arbeiten des Schrittmachers auch hinsichtlich seiner Wirksamkeit überprüft wird, so daß damit auf indirekte Weise die Funktionsfähigkeit des Schrittmachers auch hinsichtlich der Stärke seines Signals und des ordnungsgemäßen Zustands seines Elektroden-systems überwacht ist.

Der EKG-Verstärker besitzt vorzugsweise einen EKG-Differenzverstärker, dessen zwei Eingänge jeweils an die EKG-Abnahmeelektroden angeschlossen sind. Dadurch wird am Ausgang dieses EKG-Differenzverstärkers entsprechend den Eigenschaften eines Differenzverstärkers ein zum Potentialunterschied an den Eingängen proportionales Signal erhalten, aus dem Störungen durch Einstreuungen, Muskelströme und dgl. weitgehend eliminiert sind. Vorteilhafterweise wird dabei dem EKG-Differenzverstärker über einen zusätzlichen Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang das an seinen Eingängen gegenüber einer Bezugselektrode in gleichem Takt anliegende Schrittmachersignal für die Periodendauerüberprüfung entnommen. Durch das Bilden des zusätzlichen Hochpaß-Gleichtakt-Ausgangs wird dabei das in Form eines steilen schmalen Impulses vorliegende Schrittmachersignal aufgrund seiner Zusammensetzung aus im Vergleich zu den niedrigen EKG-Signalfrequenzen hohen Frequenzen von der Gleichtaktunterdrückung durch den Differenzverstärker ausgenommen und der weiteren Verarbeitung für die Periodendauerüberprüfung zugeführt, wobei auch eine Verstärkung stattfindet, so daß sich der Vorteil ergibt, daß

709810/0643

sowohl eine gesonderte Schrittmachersignalaufnahmeelektrode als auch ein zugehöriger Eingangsverstärker überflüssig wird und der Schaltungsaufbau somit vereinfacht ist.

Vorteilhafterweise ist die Empfindlichkeit des EKG-Verstärkers einstellbar. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird dem EKG-Verstärker zur Unterdrückung eines dem Herzsignal voreilenden Reiz-Schrittmachersignals ein begrenzendes Integrierglied nachgeschaltet, aus dem ein EKG-Signal an einen Ausgangsanschluß des Prüfgeräts geführt wird. Da das Schrittmachersignal ein sehr steiler, jedoch sehr kurzer Impuls ist, wird er durch das begrenzende Integrierglied wirksam unterdrückt, so daß das dann an einen Ausgangsanschluß geführte EKG-Signal nahezu ausschließlich dem Herzsignal entspricht, welches wegen der relativ langsamen Spannungsänderungen durch das Integrierglied nicht merklich verformt wird. Vorteilhafterweise besitzt dabei das EKG-Signal einen zum direkten Ansteuern eines Tonmodulators für telefonische Weitergabe oder dgl. ausreichenden hohen Pegel, so daß das Prüfgerät direkt mit dem Tonmodulator oder einem anderen Gerät zur Aufzeichnung oder zur sichtbaren Darstellung zugeführt werden kann. Insbesondere bei bedarfsgeschalteten Schrittmachern ist es dabei vorteilhaft, wenn dem EKG-Signal ein im Pegel angeglichenes Schrittmachersignal zugemischt wird, weil aus dem derart kombinierten Signal der Zusammenhang zwischen einem stimulierenden Schrittmachersignal und dem von diesem stimulierten oder aber auch nicht stimulierten Herzsignal erkennbar ist. Um diesen Zusammenhang auch an dem Prüfgerät selbst erkennbar zu machen, wird das EKG-Signal einer

QRS-Kennungsschaltung zugeführt, die es zu einem Anzeigeimpuls für eine Anzeige umformt. Der in einem EKG-Signal durch die Herzmuskelspannungen im Herztakt auftretende, gewöhnlich als QRS-Signal bezeichnete analoge Impuls schaltet dabei in der Kennungsschaltung einen digitalen Anzeigeimpuls ein und aus, der bei seiner Anzeige mit einer Anzeige des Prüfimpulses in Beziehung gebracht wird oder in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung einer Stimulanz-Anzeigeschaltung zugeführt wird, die bei gleichzeitigem Anlegen des Anzeigeimpulses aus der QRS-Kennungsschaltung und eines über ein Verzögerungsglied zeitlich um die Herzreaktionszeit verzögerten Prüfimpulses ein Signal für eine Anzeige abgibt, welche bei regelmäßigem ständigem Auftreten die Gewähr dafür bietet, daß das Herzsignal wirklich von dem Schrittmacher stimuliert ist und nicht etwa von diesem unabhängig auftritt, weil das Schrittmachersignal zu schwach ist oder das Elektrodensystem des Schrittmachers Fehler aufweist, was im Falle einer Herzrhythmusstörung schwerwiegende Folgen haben könnte.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Batterie-Versorgungsspannung des Prüfgeräts über ein Schaltglied geführt, das durch Berührungskontakt zwischen zwei Elektroden schaltbar ist. Damit wird der Batterieverbrauch des Prüfgeräts dadurch verringert, daß sichergestellt ist, daß das Prüfgerät nur im tatsächlichen Benützungsfall eingeschaltet ist und die Batterie nicht durch unbeabsichtigtes Einschalten oder Einschaltet-lassen verbraucht und bis zur Funktionsunfähigkeit des Prüfgeräts erschöpft wird. Vorteilhafterweise dient dabei wenigstens eine Elektrode zugleich als Aufnahmeelektrode

für Signale. In Weiterbildung der Erfindung ist dem Schaltglied eine an die Batterie-Versorgungsspannung angeschlossene Schwellwertschaltung vorgeschaltet, die das Einschalten des Schaltglieds nur bei ausreichend hoher Batterie-Versorgungsspannung freigibt. Vorteilhafterweise ist dabei an die Batterie-Versorgungsspannung vor dem Einschalten des Schaltglieds kurzzeitig eine den Stromverbrauch des Prüfgeräts simulierende Ersatzlast angeschlossen, die durch das Einschalten des Schaltglieds weggeschaltet wird, so daß die Schwellwertschaltung bereits vor dem tatsächlichen Einschalten des Prüfgeräts eine der Betriebs-Versorgungsspannung gleiche Spannung erhält, die sich von einer Leerlaufspannung durch einen vom Betriebsstrom verursachten Spannungsabfall unterscheidet. Auf diese Weise wird die Genauigkeit der Überprüfung des Schrittmachers dadurch sichergestellt, daß die Versorgungsspannung des Prüfgeräts auf eine für das ordnungsgemäße Arbeiten des Prüfgeräts erforderliche Höhe geprüft wird und zur Anzeige einer zu geringen Spannung das Prüfgerät völlig abgeschaltet bleibt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß das Schrittmachersignal bei Ausbleiben des Alarmsignals ein "Gut"-Signal für eine Anzeige auslöst, welches über die Anzeige eine Aussage darüber erlaubt, daß der Schrittmacher innerhalb des Toleranzbereichs seiner Sollfrequenz arbeitet und daß ferner bei der Prüfung keine Störungen wie beispielsweise schlechte Kontakte oder dgl. vorliegen. Für die Anzeige oder die Anzeigen wird eine Leuchtanzeigeeinrichtung und/oder ein von einem durch ein entsprechendes Signal modulierten Tongene-

rator gespeister elektro-akustischer Wandler verwendet, was eine eindeutige und einfache Anzeige ergibt. Eine Raumersparnis und ein einfacher Aufbau ergibt sich dadurch, daß als elektro-akustischer Wandler ein mit einem Resonator versehenes Ohrhörer-System dient. Bei der akustischen Anzeige können dabei unterschiedliche Signale zu Tönen mit unterscheidbaren Längen und/oder unterscheidbaren Frequenzen umgesetzt sein.

Da bei den sog. Demand- oder Bedarfsschrittmachern die Ausgabe des Schrittmachersignals gesperrt ist, wenn ein Herzsignal auch ohne Stimulation entsteht, jedoch auch diese Art von Schrittmachern bezüglich ihrer Funktionsfähigkeit überprüfbar sein soll, weist gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung das Prüfgerät einen Permanentmagneten zur Betätigung eines Magnetschalters des Schrittmachers für die zwangsweise Einschaltung des Schrittmachersignals auf, der in vorteilhafter Weise zur Einstellung auf verschiedene Typen von Schrittmachern in seiner Polungsrichtung verstellbar ist. Dabei ist es von Vorteil, wenn der Permanentmagnet abnehmbar ist, weil dadurch das Prüfgerät vielseitiger anwendbar wird, wie beispielsweise zur Abnahme eines EKG-Signals allein, zur Abnahme eines EKG-Signals unter Schrittmacherstimulierung oder zur Abnahme eines EKG-Signals an einer vom Schrittmacher entfernten Stelle des Körpers.

Bei der Ausstattung des Prüfgeräts mit einem im wesentlichen quaderförmigen Gehäuse ergibt sich eine einfache Handhabung unter guter Ablesbarkeit der Anzeige dadurch, daß die eine Gehäuse-

stirnseite ein Aufnahmeelement für das Schrittmachersignal trägt und daß im Gehäuse ein abdeckbares Batteriefach eingebaut ist, wobei die Abdeckung vorzugsweise eine als Handelektrode verwendbare Elektrode bildet, und daß an dem der einen Gehäusestirnseite abgewandten Teil der Gehäuseoberseite wenigstens eine für eine optische Anzeige verwendbare Sichtöffnung vorgesehen ist. Ein hinsichtlich der Bedienbarkeit besonders günstiger Aufbau ergibt sich dadurch, daß das Gehäuse an der einen Gehäusestirnseite wenigstens eine für einen galvanischen Körperanschluß verwendbare Elektrode trägt und an seiner Oberseite und/oder Unterseite eine als Handelektrode verwendbare Elektrode trägt. Dadurch, daß durch das Batteriefach hindurch Einstell-elemente bedienbar sind, die vorzugsweise bipolare Schalter zur binären Einstellung der Bezugsdauer sind, werden bei einfachstem mechanischem Aufbau die Einstellelemente gegen Einwirkungen durch Schmutz oder Feuchtigkeit sowie auch gegen unbeabsichtigte oder irrtümliche Verstellung geschützt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 ist ein Blockschaltbild des Ausführungsbeispiels des Herzschrittmacher-Prüfgeräts.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht des Ausführungsbeispiels des Herzschrittmacher-Prüfgeräts.

Die Schaltung des Prüfgeräts enthält gemäß Fig. 1 im



wesentlichen einen Signalaufnahmeteil 1 und einen Vergleichsteil 2, die über einen gemeinsamen Versorgungsteil 3 aus einer Batterie 4 gespeist werden. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Aufnahme des Schrittmachersignals galvanisch zwischen Elektroden 5 und 6 und einer Bezugselektrode 7 sowie die Aufnahme eines Herzsignals zwischen den Elektroden 5 und 6. Die Elektroden 5 und 6 sind mit den beiden Eingängen eines Differenzverstärkers 8 verbunden. Der Differenzverstärker 8 besitzt zwei Ausgänge, nämlich einen Differenzausgang  $\Delta$ , an dem ein zwischen den beiden Eingängen bestehendes Signal in verstärkter Form, ein zwischen einem Bezugspotential und den beiden Eingängen bestehendes Signal jedoch nur in insbesondere bei niedrigen Signalfrequenzen stark abgeschwächter Form auftritt, sowie einen Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang GT, an dem ein zwischen den Eingängen und einem Bezugspotential bestehendes Signal dann verstärkt abgegeben wird, wenn seine Frequenz weit oberhalb der normgemäßen niedrigen EKG-Grenzfrequenz liegt. Auf diese Weise wird aus dem Herzsignal, das zwischen den Elektroden 5 und 6 anliegt, und aus dem Schrittmachersignal, das in nahezu gleicher Größe zwischen der Bezugselektrode 7 und der Elektrode 5 sowie der Elektrode 6 anliegt, an dem Differenzausgang  $\Delta$  ein gemeinsames Signal erzeugt, bei dem das Schrittmachersignal stark unterdrückt ist, während an dem Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang GT ein im wesentlichen nur das Schrittmachersignal darstellendes Signal erzeugt wird. Dieses Schrittmachersignal liegt an einer Impulsformerschaltung 9 an, die daraus einen digitalen Prüfimpuls bildet, der bei der weiteren Informationsverarbeitung das Schrittmachersignal vertritt. Bei dem darge-

stellten Ausführungsbeispiel des Prüfgeräts ist der Signalaufnahmeteil 1 mit einer Verarbeitungsschaltung für das Herzsignal bzw. EKG-Signal ausgestattet, die ein begrenzendes Integrierglied 10, eine Ausgangsstufe 11, eine QRS-Kennungsschaltung 12 mit einer EKG-Anzeige 13 sowie eine Stimulanz-Anzeigeschaltung mit einem Verzögerungsglied 14, einem UND-Glied 15 und einer Stimulanzanzeige 16 aufweist. Das begrenzende Integrierglied 10 ist dem Differenzverstärker 8 an dessen Differenzausgang  $\Delta$  nachgeschaltet und erhält ein Eingangssignal, das infolge des hohen Signalpegels des Schrittmachersignals trotz der Unterdrückung in der Differenzschaltung 8 neben dem eigentlichen Herz- oder EKG-Signal ein Rest-Schrittmachersignal enthält, das begrenzt und integriert wird, so daß es wegen der kurzen Dauer nahezu verschwindet, während das erwünschte EKG-Signal dieses begrenzende Integrierglied fast unverändert durchläuft. Das derart herausgefilterte EKG-Signal wird in der Ausgangsstufe 11 auf einen für einen direkten Anschluß an einen Telefonadapter, ein Aufzeichnungsgerät oder dgl. geeigneten hohen Pegel gebracht, wobei ihm bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein im Pegel angepaßter Prüfimpuls aus der Impulsformerschaltung 9 zugemischt wird. Somit tritt an einem mit der Ausgangsstufe 11 verbundenen Ausgangsanschluß 17 des Prüfgeräts ein analoges Signal auf, das entweder dem EKG-Signal entspricht, wenn bei einem Bedarfs-Schrittmacher der Schrittmacherimpuls durch das Herzsignal gesperrt ist, oder einem EKG-Signal mit einem voreilenden Impuls entspricht, der unter Anpassung des Pegels dem Schrittmacherimpuls entspricht, wenn ein Empfangs- bzw. Synchron-Schrittmacher geprüft wird oder wenn ein Bedarfs-Schrittmacher auf

die einschaltbare Sollfrequenzabgabe geschaltet ist. Mittels dieser Abgabe der Signale über den Ausgangsanschluß 17 des Prüfgeräts an einen Tonmodulator 18 für telefonische Weitergabe ist es beispielsweise möglich, einem mit einem entsprechenden Telefonaufnahmegerät und Sichtgerät ausgerüsteten Arzt das EKG-Signal zu übermitteln, wenn bei einem Bedarfs-Schrittmacher das Schrittmachersignal durch das autonome Herzsignal gesperrt ist, dem Arzt im Falle eines Synchron-Schrittmachers das stimulierende Schrittmachersignal zusammen mit dem EKG zur Beurteilung von Stimulans und Herzsignalkurve zu übermitteln sowie bei einem Bedarfs-Schrittmacher dem Arzt unter Anlegen oder Nichtanlegen des nicht dargestellten Permanentmagneten zur Umschaltung eines Bedarfs-Schrittmachers auf Sollfrequenz dem Arzt die Funktion des Bedarfs-Schrittmachers vorzuführen.

Zur weiteren Auswertung des EKG-Signals wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel das EKG-Signal der QRS-Kennungsschaltung 12 zugeführt, die aus dem allmählich verlaufenden QRS-EKG-Signal einen digitalen Impuls formt, der durch die EKG-Anzeige 13 angezeigt wird. Die zum Herztakt synchrone Anzeige bildet zugleich eine Anzeige dafür, daß das Prüfgerät für eine einwandfreie Signalaufnahme richtig angelegt ist. Eine weitere vorteilhafte Funktion wird nachstehend im Zusammenhang mit der Prüfpulsanzeige erörtert.

Für die Stimulanzanzeige wird dem UND-Glied 15 einerseits das Ausgangssignal der QRS-Kennungsschaltung 12 und andererseits der durch das Verzögerungsglied 14 um die Herz-

reaktionszeit von 10 bis 30 msec verzögerte oder verlängerte Prüfpuls aus der Impulsformerschaltung 9 zugeführt, so daß bei deren Auftreten die an das UND-Glied 15 angeschlossene Stimulanz-Anzeige 16 anspricht, wenn beide Eingangssignale gleichzeitig vorhanden sind. Wenn das Herzsignal genau im Takt des Schrittmachersignals auftritt, ergibt jeder Pulsschlag eine Anzeige durch die Stimulanz-Anzeige 16. Wenn jedoch zwar ein Schrittmachersignal vorhanden ist, das Herzsignal jedoch nicht durch dieses stimuliert ist, tritt eine Übereinstimmung von Schrittmachersignal und Herzsignal nur noch bei einem von vielen Pulsschlägen auf, so daß die Stimulanz-Anzeige 16 nur unter längeren Zeitabständen anspricht. Mit dieser EKG-Zusatzeinrichtung ermöglicht somit das Prüfgerät eine Funktionsüberprüfung des Herzschrittmachers einschließlich seines Elektrodensystems durch Überprüfung der Auswirkungen der Schrittmachersignale.

Der Vergleichsteil 2 führt den Vergleich zwischen der Periodendauer der Sollfrequenz des Schrittmachersignal, die durch den Pulsabstand der aus der Impulsformerschaltung 9 des Signalaufnahmeteils 1 zugeführten Prüfpulse vertreten ist, und einer vorbestimmten Bezugsdauer durch, die von einem Quarzoszillator 19 abgeleitet ist. Der Quarzoszillator 19 enthält eine Quarz-Schwingschaltung und einen als Verteiler verwendeten Zähler, die nicht im einzelnen bezeichnet sind. Der Ausgang des Quarzoszillators 19 ist mit dem Zähleingang eines Zählers 20 verbunden, dessen Rücksetzeingang zur Aufnahme des Prüfpulses an die Impulsformerschaltung 9 angeschlossen ist. Alle Zählausgänge des Zählers 20 sind mit einem Vielfachkompara-

tor 21 an dessen Eingängen für die erste binäre Zahl verbunden, während dessen Eingänge für die zweite binäre Zahl mit Hilfe von Einstellschaltern 22 wahlweise auf den logischen Pegel "1" geschaltet werden können. Das an dem Rücksetzeingang des Zählers 20 anliegende Prüfsignal aus der Impulsformerschaltung 9 liegt ferner an dem Setzeingang S eines RS-Flipflops 23 an, dessen Rücksetzeingang R mit dem Ausgang eines ODER-Glieds 24 verbunden ist, an dessen zwei Eingangsanschlüssen jeweils die Ausgänge von UND-Gliedern 25 und 26 angeschlossen sind. Der Setzausgang Q des RS-Flipflops 23 ist mit einem Tasteingang eines Tonfrequenzoszillators 27 sowie mit je einem Eingangsanschluß von Anzeige-UND-Gliedern 28 und 29 verbunden, während sein Rücksetzausgang  $\bar{Q}$  über ein Differenzierglied aus einem Kondensator 30 und einem Widerstand 31 an den Rücksetzeingang R eines Bezugsflipflops 32 angeschlossen ist. Der Setzeingang S des Bezugsflipflops 32 ist an den Koinzidenzausgang des Vielfachkomparators 21 angeschlossen, während der Setzausgang Q mit je einem Eingang des UND-Glieds 26 und des Anzeige-UND-Glieds 28 verbunden ist und der Rücksetzausgang  $\bar{Q}$  mit je einem Eingangsanschluß des UND-Glieds 25 und des Anzeige-UND-Glieds 29 verbunden ist. Die zweiten Eingänge der UND-Glieder 25 und 26 sind jeweils mit Zählausgängen des Zählers 20 verbunden, die während des Zählvorgangs im Zähler 20 Impulsfolgen mit unterschiedlicher Periodendauer abgeben. An die Ausgangsanschlüsse der Anzeige-UND-Glieder 28 und 29 sind Anzeigeleuchtdioden 33 bzw. 34 angeschlossen. Der Tonfrequenzoszillator 27 gibt bei seinem Auftasten durch ein Signal an seinem Tasteingang ein Tonfrequenzsignal an ein als elektroakustischer Wandler dienendes Ohrhörersystem ab, das für eine

akustische Anzeige den Ton über einen nicht dargestellten Resonator ausgibt.

Alle Schaltungskomponenten in dem Signalaufnahmeteil 1 und dem Vergleichsteil 2 werden von dem Versorgungsteil 3 über ein Schaltglied 36 aus der Batterie 4 mit Spannung versorgt. Das Schaltglied 36 besitzt einen mit der Batterie 4 verbundene Batterieeingang, einen mit einer Schaltelektrode 37 verbundenen Schalteingang, zwei Laststeuerausgänge, die jeweils mit einem Eingang eines als Ersatzlast dienenden NAND-Glieds 38 verbunden sind, dessen Ausgang direkt an die Batterie 4 angeschlossen ist, sowie einen mit allen Spannungsversorgungsanschlüssen der Schaltungen in dem Signalaufnahmeteil 1 und dem Vergleichsteil 2 verbundenen Versorgungsausgang.

Im folgenden wird die Wirkungsweise der Schaltungen des Prüfgeräts bei seiner Anwendung beschrieben. Wenn der Patient das Prüfgerät in die Hand nimmt, bildet er einen Kontakt mit der Schaltelektrode 37. Setzt er nun das Prüfgerät mit den Elektroden 5, 6 und 7 in der Nähe des Herzens auf seine Körperhaut, so entsteht über den Körper eine Verbindung zwischen der Bezugs-Elektrode 7 und der Schaltelektrode 37, durch die der Einschaltvorgang in dem Schaltglied 36 ausgelöst wird. Dabei wechselt zunächst der erste seiner Laststeuerausgänge von logisch "0" auf logisch "1", während der zweite zunächst auf logisch "1" verbleibt. Auf diese Weise entsteht an dem Ausgang des NAND-Glieds 38 eine logische "0", so daß die Batterie 4 mit dem vollen begrenzten Kurzschlußstrom des NAND-Glieds 38 belastet wird. In

der tatsächlichen Ausführung ist das NAND-Glied 38 aus einer Anzahl an Ein- und Ausgängen parallelgeschalteter NAND-Glieder zusammengesetzt, wodurch der Kurzschlußstrom genau dem Stromverbrauch der übrigen Schaltungen des Prüfgeräts angepaßt werden kann. Wenn bei dieser Batteriebelastung eine Schwellwert-schaltung in dem Schaltglied 36 eine ausreichend hohe Spannung der Batterie 4 erfaßt, wechselt der zweite Laststeuerausgang auf die logische "0", während gleichzeitig über einen Schalttransistor die Batteriespannung an den Versorgungsausgang gelegt wird. Damit wird die durch das NAND-Glied 38 gebildete Ersatzlast von der Batterie 4 weggeschaltet und zugleich den übrigen Schaltungen im Prüfgerät Versorgungsspannung zugeführt, so daß das Prüfgerät nunmehr betriebsbereit ist.

Die zwischen den Elektroden 5 und 6 und zwischen beiden Elektroden 5 und 6 und der Bezugs-Elektrode 7 anliegenden Signale werden jetzt von dem Differenzverstärker 8 verstärkt und getrennt weitergegeben. Dabei ergeben sich drei Möglichkeiten, nämlich eine erste, bei der an einem Bedarfs-Schrittmacher die Abgabe eines Schrittmachersignals durch das autarke Herzsignal gesperrt ist, so daß nur das Herzsignal als EKG- oder QRS-Signal zwischen den Elektroden 5 und 6 auftritt, eine zweite, bei der ein Zwangs-Schrittmacher oder ein mittels des nicht dargestellten Permanentmagneten zwangsweise zur Abgabe der Sollfrequenz erregter oder durch Ausbleiben autarker Herzsignale Schrittmachersignale abgebender Bedarfs-Schrittmacher Stimulationssignale an das Herz abgibt, auf die das Herz in Form eines Herzsignals reagiert, wobei an dem Differenz Ausgang  $\Delta$  des Differenzverstärkers 8 das

dem Herzsignal entsprechende EKG- oder QRS-Signal zusammen mit einem voreilenden Rest des Schrittmachersignals auftritt, während an dem Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang GT das Schrittmachersignal auftritt, und eine dritte, bei der zwar ein Zwangs-Schrittmacher oder ein zwangsweise zur Abgabe der Schrittmacherimpulse mit seiner Sollfrequenz geschalteter Bedarfs-Schrittmacher Signale erzeugt, das Herz jedoch nicht durch diese Signale stimuliert wird und in eigenem Takt schlägt, so daß zwar an dem Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang GT des Differenzverstärkers 8 ein Schrittmachersignal auftritt, bei dem Ausgangssignal an dem Differenzausgang  $\Delta$  des Differenzverstärkers 8 jedoch kein Zusammenhang zwischen dem EKG-Signal und dem restlichen Schrittmachersignal besteht. In allen Fällen wird aus dem Ausgangssignal am Differenzausgang  $\Delta$  des Differenzverstärkers 8 mittels des begrenzenden Integrierglieds 10 ein restliches Schrittmachersignal fast vollständig beseitigt, so daß an den Eingängen der Ausgangsstufe 11 sowie der QRS-Kennungsschaltung 12 das reine EKG-Signal anliegt, das durch die Ausgangsstufe 11 mit einem ausreichenden Pegel an den Ausgangsanschluß 17 des Prüfgeräts abgegeben wird. Die QRS-Kennungsschaltung 12 bildet dabei aus dem QRS- oder EKG-Signal einen Herztaktimpuls, der die EKG-Anzeige 13 in Form einer Leuchtdiode im Herztakt aufleuchten läßt und der während seiner Dauer das UND-Glied 15 öffnet. Ein an dem Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang GT des Differenzverstärkers 8 auftretendes Schrittmachersignal wird in der Impulsformerschaltung 9 zu einem Prüfimpuls umgeformt, der an einem Eingangsanschluß der Ausgangsstufe 11 und an dem Eingangsanschluß des Verzögerungsglieds 14 anliegt und dem Vergleichsteil 2 zugeführt wird. In der Ausgangsstufe 11 wird



der Prüfpuls hinsichtlich des Pegels an das EKG-Signal aus dem begrenzenden Integrierglied 10 angepaßt und durch Zumischen zusammen mit diesem dem Ausgangsanschluß 17 des Prüfgeräts zugeführt. Ein an diesen Ausgangsanschluß 17 entweder direkt oder über den Tonmodulator 18 über eine Telefonleitung und ein entsprechendes Ausgabegerät angeschlossenes Sichtgerät zeigt somit im ersten Fall das reine EKG-Signal, im zweiten Fall einen definierten Prüfpuls, dem unter Abstand der Herzreaktionszeit ein EKG-Signal folgt und im dritten Fall sowohl einen Prüfpuls als auch ein EKG-Signal, die jedoch zeitlich keinen Zusammenhang aufweisen. Der an dem Verzögerungsglied 14 anliegende Prüfpuls wird durch dieses um die Herzreaktionszeit von 10 bis 30 msec entweder verlängert oder zeitlich verzögert und dem zweiten Eingang des UND-Glieds 15 zugeführt. Wenn an diesem gleichzeitig der Herztaktimpuls aus der QRS-Kennungsschaltung 12 und der durch das Verzögerungsglied 14 verzögerte Prüfpuls anliegt, leuchtet eine als Stimulanzanzeige 16 dienende Leuchtdiode auf. Ist dabei entsprechend dem zweiten Fall das Herzsignal durch das Schrittmachersignal stimuliert, so erfolgt das Aufleuchten mit jedem Herztakt zusammen mit dem Aufleuchten der als EKG-Anzeige 13 dienenden Leuchtdiode, während bei einem asynchronen Verhalten von Herztakt und Schrittmachersignal bei dem dritten Fall die als Stimulanz-Anzeige 16 dienende Leuchtdiode nur gelegentlich dann aufleuchtet, wenn das Herzsignal mit dem Schrittmachersignal zusammenfällt.

Im folgenden wird die für das Prüfgerät wichtigste Funktion der Sollfrequenzüberprüfung in dem Vergleichsteil 2

beschrieben, der bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung für die Anzeige darüber ausgelegt ist, ob die Schrittmacherfrequenz unter eine Sollfrequenz um einen bestimmten Toleranzwert abgefallen ist oder nicht. Dieser Vergleichsvorgang läuft folgendermaßen ab: Der von dem Signalaufnahmeteil 1 zugeführte Prüfimpuls setzt zunächst den Zähler 20 zurück und setzt das RS-Flipflop 23. Bei Abfall des Prüfimpulses beginnt der Zähler 20 die ihm von dem Quarzoszillator 19 zugeführten Impulse mit beispielsweise 0,1 msec Periodendauer zu zählen, wobei er an seinen Zählausgängen jeweils dem Zählstand entsprechende logische Werte ausgibt. Zu einem Zeitpunkt von beispielsweise 200 msec nach dem Zählbeginn gelangt ein Impuls aus einem entsprechend gewählten Zähl Ausgang des Zählers 20 über das wegen des Rücksetzzustandes des Flipflops 32 geöffnete UND-Glied 25 und das ODER-Glied 24 an den Rücksetzeingang R des RS-Flipflops 23 und setzt dieses zurück. Dadurch wird bei Betriebsbeginn über den Setzausgang des RS-Flipflops 23 zunächst eine 200 msec lange Anzeige akustisch über den Tonfrequenzoszillator 27 und das daran angeschlossene Ohrhörersystem 35 sowie optisch über das UND-Glied 29 und die Leuchtdiode 34 abgegeben.

In der Zwischenzeit zählt der Zähler 20 die mit 0,1 msec Zeitabstand eintreffenden Impulse aus dem Quarzoszillator 19. Dabei sei zunächst der Fall betrachtet, daß die Schrittmacherfrequenz höher als die Sollfrequenz ist und somit ein nächster Prüfimpuls einen Zeitabstand hat, der über der Bezugsdauer liegt. Der jeweilige Zählstand des Zählers 20 wird über seine Zähl ausgänge an die einen Eingänge des Vielfachkomparators 21 angelegt,

während an den anderen Eingängen wahlweise eingestellte logische Pegel "1" anliegen. Der Vielfachkomperator 21 gibt ein Koinzidenzsignal ab, sobald die Eingangswerte an den Eingängen für die erste Binärzahl den jeweiligen Werten an den Eingängen für die zweite Binärzahl entsprechen. Bei dem Ausführungsbeispiel wird dabei der Zählstand des Zählers 20 an 3 x 4 BCD-Binärstellen und einer höherwertigen einzelnen Binärstelle überprüft, wobei die kleinste Überprüfungsstufe einer Millisekunde entspricht. Demgemäß werden zur Einstellung der Bezugsdauer dem Vielfachkomperator 21 an den Eingängen für die zweite binäre Zahl wahlweise logische Pegel "1" über Einstellschalter 22 an 13 Binärstellen zugeführt, so daß sich eine Einstellstufung für die Bezugsdauer mit einer Genauigkeit von  $3 \frac{1}{2}$  Dekaden ergibt.

Sobald der Zählstand in dem Zähler 20 die mittels der Einstellschalter 22 eingestellte Bezugsdauer erreicht hat, gibt der Vielfachkomperator 21 ein Koinzidenzsignal ab, das über den Setzeingang S das Bezugsflipflop 32 setzt. Bei dem nach der eingestellten Bezugsdauer eintreffenden nächsten Prüfpuls wird der Zähler 20 rückgesetzt und das RF-Flipflop 23 gesetzt, so daß wegen des Setzzustands des Bezugsflipflops 32 über das Anzeige-UND-Glied 28 die als Alarmanzeige dienende Anzeigeleuchtdiode 33 aufleuchtet. Nach dem Abfall dieses zweiten Prüfpulses beginnt der Zähler 20 wieder zu zählen und gibt dabei in einem vorbestimmten, vorzugsweise kürzeren Zeitabstand von beispielsweise 40 msec über das durch den Setzzustand des Bezugsflipflops 32 geöffnete UND-Glied 26 und das ODER-Glied 24 ein Rücksetzsignal an das RS-Flipflop 23, wodurch

dieses rückgesetzt wird. Durch dieses Rücksetzen wird einerseits über das Differenzierglied aus dem Kondensator 30 und dem Widerstand 31 das Bezugsflipflop 32 rückgesetzt und andererseits über das Anzeige-UND-Glied 28 die Anzeige-Leuchtdiode 33 ausgeschaltet. Während des Setzzustands des RS-Flipflops 23 gibt der Tonoszillator 27 über das Ohrhörersystem 35 einen Ton ab, der in diesem Fall sehr kurz ist und von dem bei Betriebsbeginn aufgetretenen langen Ton unterscheidbar ist.

Ist die Periodendauer der Sollfrequenz des Schrittmachers kleiner als die Bezugsdauer, d.h. liegt die Schrittmacherfrequenz oberhalb einer an ihrer Toleranzgrenze gewählten Prüffrequenz, so wird der Zähler 20 jeweils vor dem Erreichen des zur Abgabe eines Koinzidenzsignals in dem Vielfachkomperator 21 eingestellten Bezugsdauerwerts rückgesetzt und fängt jeweils von vorne zu zählen an. Jeder Prüfpuls setzt dabei das RS-Flipflop 23 und ruft während seiner Setzdauer einerseits eine akustische Anzeige über den Tonfrequenzoszillator 27 und das Ohrhörersystem 35 und andererseits eine optische Anzeige über das Anzeige-UND-Glied 29 und die Anzeigeleuchtdiode 34 hervor. Dabei ist die Anzeigedauer wie bei Betriebsbeginn wegen des Rücksetzzustands des Bezugsflipflops 32, das in diesem Fall kein Koinzidenzsignal aus dem Vielfachkomperator 21 erhält, durch das UND-Glied auf den längeren Zeitraum von beispielsweise 200 msec aus dem Zähler 20 festgelegt.

Auf die oben beschriebene Weise gibt das Prüfgerät eine einwandfreie Aussage darüber, ob die Schrittmacherfrequenz

dem Sollwert entspricht. Wegen der besonderen Ausgestaltung ergeben sich dabei noch weitere Überprüfungsmöglichkeiten des Schrittmachers hinsichtlich seiner Stimulanzwirkung durch die Herztaktanzeige und die Stimulanzanzeige.

Die Fig. 2 zeigt schematisch die räumliche Gestaltung des Ausführungsbeispiels des Prüfgeräts. Das Prüfgerät ist in einem quaderförmigen Gehäuse 40 untergebracht, das an seiner einen Stirnseite 41 die drei Elektroden 5, 6 und 7 trägt. An der Oberseite des Gehäuses ist die als Handelektrode ausgebildete Schaltelektrode 37 angebracht. In dem der Elektroden-Stirnseite 41 abgewandten Teil der Oberseite des Gehäuses 40 sind vier Leuchtdioden eingebaut, die der EKG-Anzeige 13, der Stimulanz-Anzeige 16 und den Anzeigeleuchtdioden 33 und 34 entsprechen. An der nicht sichtbaren anderen Stirnseite des Gehäuses 40 wird über eine geeignete Öffnung der von dem Tonfrequenzoszillator 27 über das Ohrhörersystem 35 hervorgerufene Ton über einen Resonator ausgeleitet, der der Frequenz dieses Tons angepaßt ist. Die beschriebene räumliche Gestaltung des Prüfgeräts erlaubt ein bequemes Anlegen des Prüfgeräts in Herznähe bei vorzugsweiser Ausrichtung der EKG-Elektroden 5 und 6 in Richtung des vom Herzen in Richtung des linken Beins verlaufenden R-Vektors des Herzsignals unter gleichzeitiger Beobachtungsmöglichkeit der Leuchtdioden für die unterschiedlichen Anzeigen.

Patentansprüche

1. Herzschrittmacher-Prüfgerät, dadurch gekennzeichnet, daß die Periodendauer der Sollfrequenz eines Schrittmachersignals in einer Vergleichsschaltung (21) mit einer von einem Quarzoszillator (19) abgeleiteten vorbestimmten Bezugsdauer verglichen wird und bei ihrer Abweichung um einen vorbestimmten Toleranzwert ein Alarmsignal für eine Anzeige (33) erzeugt wird.

2. Prüfgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schrittmachersignal induktiv aufgenommen wird.

3. Prüfgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schrittmachersignal galvanisch aufgenommen wird.

4. Prüfgerät nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das aufgenommene Schrittmachersignal in einer Impulsformerschaltung (9) in einen Prüfimpuls umgesetzt wird.

5. Prüfgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bezugsdauer durch den Zählstand eines an den Quarzoszillator (19) angeschlossenen Digital-Zählers (20) gegeben ist, der durch den Prüfimpuls rückgesetzt wird.

6. Prüfgerät nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch ein Bezugsflipflop (32), das bei Ablauf der Bezugsdauer über ein UND-Glied mit einer Mehrzahl von Eingängen gesetzt wird, welche zur Bezugsdauereinstellung wahlweise an verschiedene

Ausgänge des Zählers (20) schaltbar sind, und das in Abhängigkeit von dem Prüfimpuls rückgesetzt wird.

7. Prüfgerät nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch ein Bezugsflipflop (32), das bei Ablauf der Bezugsdauer über einen Vielfachkomperator (21) gesetzt wird, dessen Eingänge für die erste binäre Zahl mit jeweiligen Ausgängen des Zählers (20) verbunden sind und dessen Eingänge für die zweite binäre Zahl zur Bezugsdauereinstellung wahlweise auf den logischen Pegel "1" schaltbar sind, und das in Abhängigkeit von dem Prüfimpuls rückgesetzt wird.

8. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Bezugsflipflop (32) durch das Rücksetzen eines RS-Flipflops (23) rückgesetzt wird, das durch den Prüfimpuls gesetzt und nach dem Abfall des Prüfimpulses durch ein vorbestimmtes Zeitsignal aus dem Digital-Zähler (20) rückgesetzt wird.

9. Prüfgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das vorbestimmte Zeitsignal von dem Setz- oder Rücksetzzustand des Bezugsflipflops (32) abhängig ist.

10. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Bezugsflipflop (32) auch von einem Zeitsignal rückgesetzt wird, das in einem vorbestimmten Zeitabstand nach dem Setzen des Bezugsflipflops auftritt.

11. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Rücksetzzustand des Bezugsflipflops (32) zusammen mit dem Prüfimpuls das Alarmsignal auslöst.

12. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Setzzustand des Bezugsflipflops (32) zusammen mit dem Prüfimpuls das Alarmsignal auslöst.

13. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überprüfung der vom Schrittmacher stimulierten Herzsignale und damit zur indirekten Überprüfung des Schrittmachers und seines Elektrodensystems ein EKG-Verstärker (8) und EKG-Abnahmeelektroden (5, 6) vorgesehen sind, die vorzugsweise am Gerätegehäuse (40) sitzen.

14. Prüfgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der EKG-Verstärker einen EKG-Differenzverstärker (8) besitzt, dessen zwei Eingänge jeweils an die EKG-Abnahmeelektroden (5, 6) angeschlossen sind.

15. Prüfgerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß dem EKG-Differenzverstärker (8) über einen zusätzlichen Hochpaß-Gleichtakt-Ausgang (GT) das an seinen Eingängen gegenüber einer Bezugs-Elektrode (7) in gleichem Takt anliegende Schrittmachersignal zur Periodendauerüberprüfung entnommen wird.

16. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfindlichkeit des



EKG-Verstärkers (8) einstellbar ist.

17. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem EKG-Verstärker (8) zur Unterdrückung eines dem Herzsignal voreilenden Reiz-Schrittmachersignals ein begrenzendes Integrierglied (10) nachgeschaltet ist, aus dem ein EKG-Signal an einen Ausgangsanschluß (17) des Prüfgeräts geführt wird.

18. Prüfgerät nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das EKG-Signal einen zum direkten Aussteuern eines Tonmodulators (18) für telefonische Weitergabe oder dgl. ausreichenden hohen Pegel besitzt.

19. Prüfgerät nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß dem EKG-Signal ein im Pegel angeglichenes Schrittmachersignal zugemischt wird.

20. Prüfgerät nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß das EKG-Signal einer QRS-Kennungsschaltung (12) zugeführt ist, die es zu einem Anzeigeimpuls für eine Anzeige (13) umformt.

21. Prüfgerät nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch eine Stimulanz-Anzeigeschaltung (15, 16), die bei gleichzeitigem Anliegen des Anzeigeimpulses aus der QRS-Kennungsschaltung (12) und eines über ein Verzögerungsglied (14) zeitlich um die Herzreaktionszeit verzögerten Prüfimpulses ein Signal für eine Anzeige

(16) abgibt.

22. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsspannung des Prüfgeräts aus einer Batterie (4) über ein Schaltglied (36) geführt ist, das durch Berührungskontakt zwischen zwei Elektroden (7, 37) schaltbar ist.

23. Prüfgerät nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Elektrode zugleich als Aufnahme- oder Bezugselektrode dient.

24. Prüfgerät nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltglied (36) eine an die Batteriespannung angeschlossene Schwellwertschaltung aufweist, die das Einschalten des Schaltglieds nur bei ausreichend hoher Batteriespannung freigibt.

25. Prüfgerät nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß an die Batteriespannung vor dem Einschalten des Schaltglieds (36) kurzzeitig eine den Stromverbrauch des Prüfgeräts simulierende Ersatzlast (38) angeschlossen ist, die durch das Einschalten des Schaltglieds (36) weggeschaltet wird.

26. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schrittmachersignal bei Ausbleiben des Alarmsignals ein "Gut"-Signal für eine Anzeige (34) auslöst.

27. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Anzeige oder die Anzeigen eine Leuchtanzeigeeinrichtung (13, 16, 33, 34) verwendet ist.

28. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Anzeige oder die Anzeigen ein von einem durch ein entsprechendes Signal modulierten Tongenerator (27) gespeister elektro-akustischer Wandler (35) verwendet ist.

29. Prüfgerät nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß als elektro-akustischer Wandler ein mit einem Resonator versehenes Ohrhörersystem (35) dient.

30. Prüfgerät nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Signale zu Tönen mit unterscheidbaren Längen umgesetzt sind.

31. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Signale zu Tönen mit unterscheidbaren Frequenzen umgesetzt sind.

32. Prüfgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Permanentmagneten zur Betätigung eines Magnetschalters des Schrittmachers für die zwangsweise Einschaltung des Schrittmachersignals.

33. Prüfgerät nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet,

daß der Permanentmagnet in seiner Polungsrichtung verstellbar ist.

34. Prüfgerät nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet abnehmbar ist.

35. Prüfgerät mit einem im wesentlichen quaderförmigen Gehäuse nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Gehäusestirnseite (41) ein Aufnahmeelement für das Schrittmachersignal trägt, daß im Gehäuse (40) ein abdeckbares Batteriefach eingebaut ist, wobei die Abdeckung vorzugsweise eine als Handelektrode verwendbare Elektrode (37) bildet, und daß an dem der einen Gehäusestirnseite (41) abgewandten Teil der Gehäuseoberseite wenigstens eine für eine optische Anzeige (13, 16, 33, 34) verwendbare Sichtöffnung vorgesehen ist.

36. Prüfgerät nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (40) an der einen Gehäusestirnseite (41) wenigstens eine für einen galvanischen Körperanschluß verwendbare Elektrode trägt.

37. Prüfgerät nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (40) an seiner Oberseite und/oder Unterseite eine als Handelektrode verwendbare Elektrode (37) trägt.

38. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 35 bis 37,

dadurch gekennzeichnet, daß durch das Batteriefach hindurch Einstellelemente bedienbar sind.

39. Prüfgerät nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellelemente bipolare Schalter (22) zur binären Einstellung der Bezugsdauer sind.

40. Prüfgerät nach Anspruch 17 oder einem der vorhergehenden auf Anspruch 17 zurückbezogenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das begrenzende Integrierglied (10) einen amplitudenbegrenzten Verstärker aufweist, dem ein als Tiefpaß aufgebautes RC-Glied nachgeschaltet ist, dessen Ausgangsanschluß über einen Widerstand mit dem Eingang des amplitudenbegrenzten Verstärkers verbunden ist, so daß die Spannungsanstiegsrate des Ausgangssignals des begrenzenden Integriergliedes einen vorgegebenen Wert nicht überschreitet, der derart gewählt ist, daß ein normales EKG-Signal in seiner Form unverändert hindurchläuft und/oder das Reizschrittmachersignal in Abhängigkeit von seiner Impulsbreite amplitudenbegrenzt und dabei in einem Dreiecksimpuls mit doppelter Basisbreite umgeformt wird.

33  
Leerseite

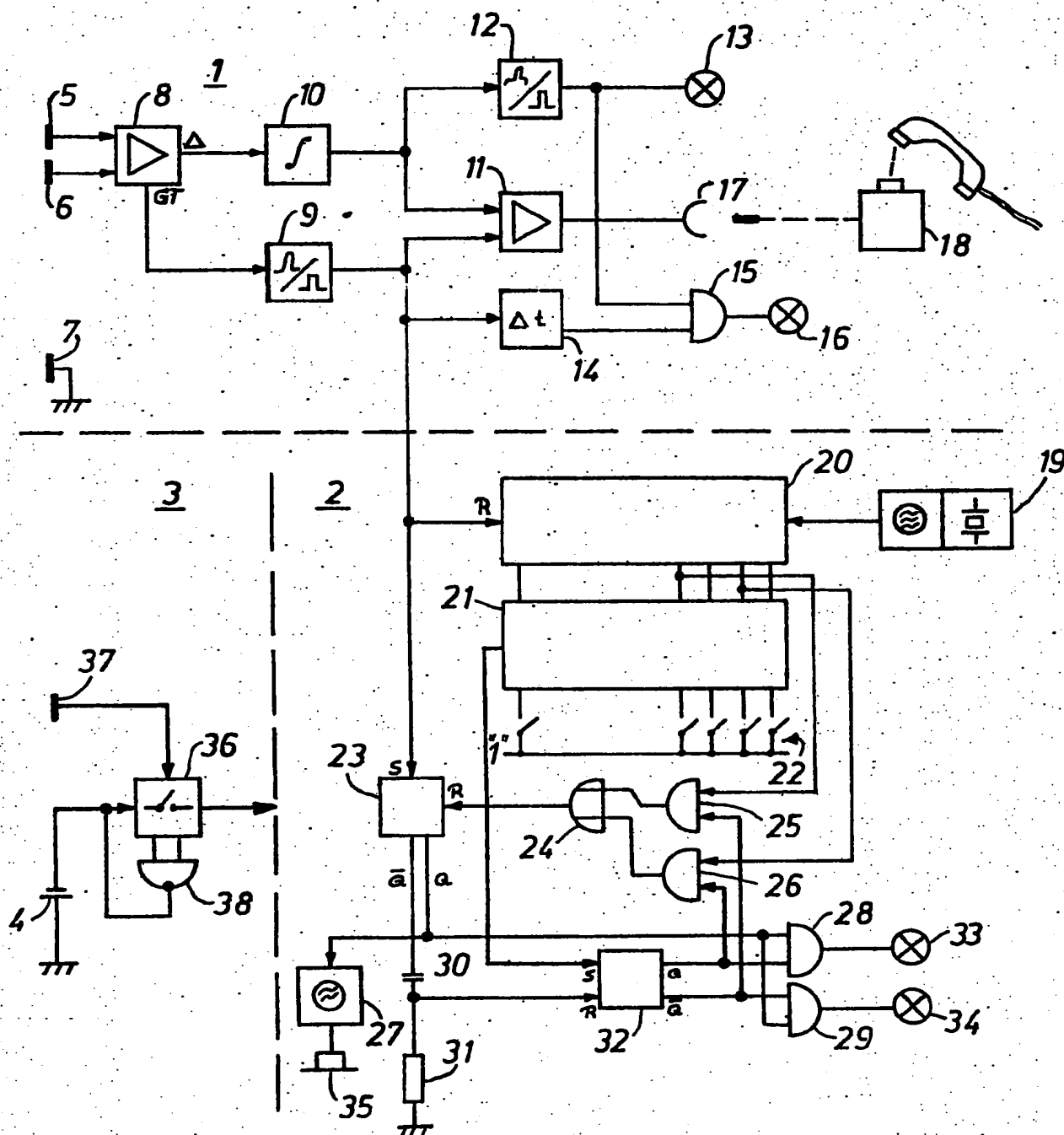


FIG. 1X

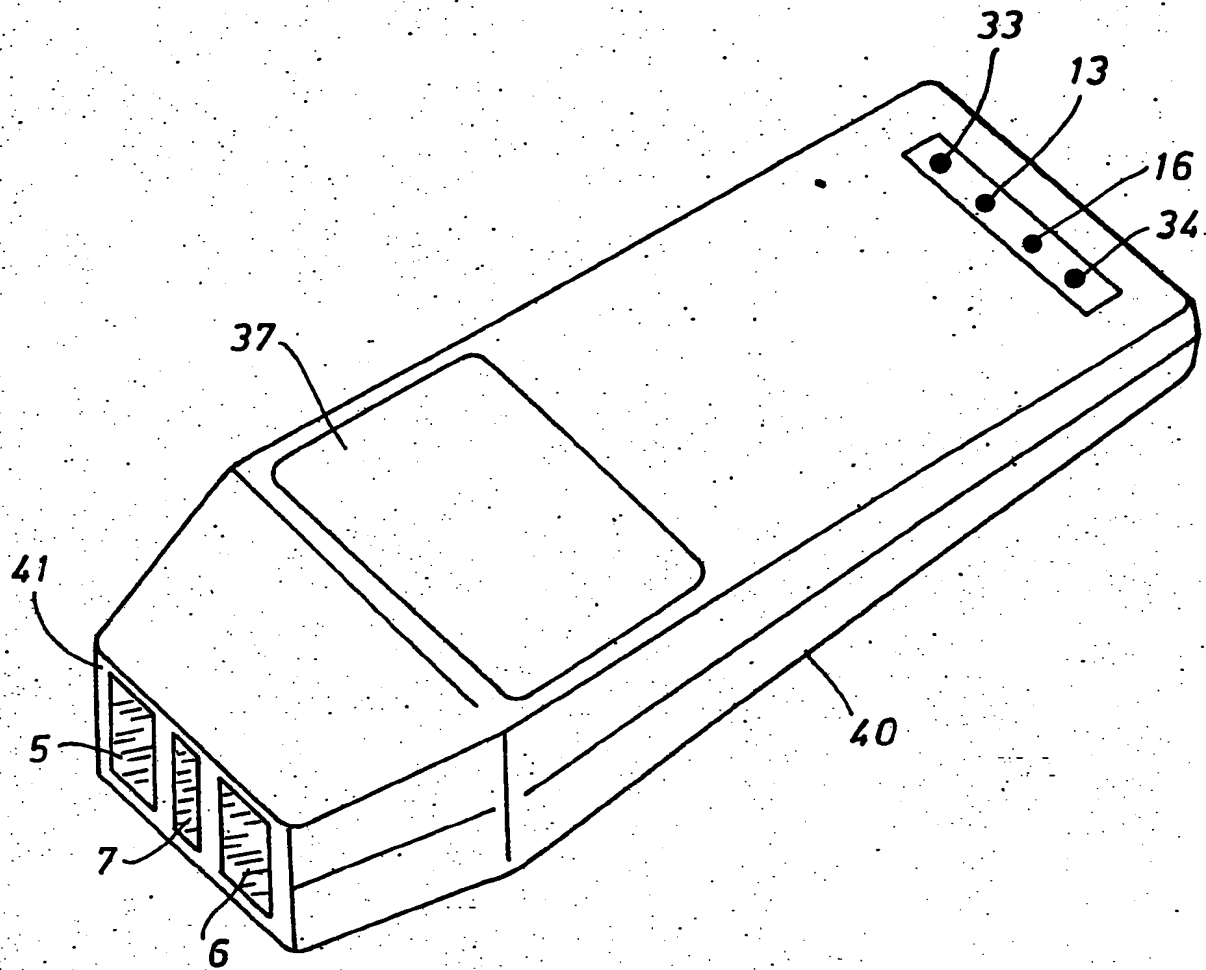


FIG. 2